

システム製品に生きるソフトウェア制御技術

アン・ハミル

Ann Hamil

トミー・トンプソン

Tommy Thompson

1. まえがき

山洋電気の製品群には、山洋電気の子会社である AI 社 (Automation Intelligence 以下「AI」という) が提供する「AML」ソフトウェアを搭載したフルソフトウェアコントロールシステム「S-MAC」がある。「AML」は 2 種類のハードウェアプラットフォーム上で使用が可能となっており、1 つは「SMS-10」を使用したスタンドアロン方式のコントローラ、もう 1 つは「SMS-PCI」を用いたオープンコントローラである。「SMS-10」は「AML」を実行する PC ベースのコントローラである。「SMS-PCI」は「AML」を動作させることができる PCI 型のコントローラである。したがって、Windows ベースの PC 上でウェブブラウザや HMI (ヒューマン・マシン・インタフェース) アプリケーションなどの Windows アプリケーションなどと一緒に「AML」を動作させることができる。どちらのハードウェアプラットフォームにおいても「AML」は同じように動作する。さらに、「AML」ベースのコントローラ「SMS-10」はサーボシステムや I/O ステーションとの接続に SERCOS インタフェースの光ファイバケーブルを使用する SERCOS I/F を備えているので、山洋電気の「PV」や「PE」といったサーボアンプなども接続できる。これらの様々な製品のハードウェアはすべて、山洋電気が開発し供給している。

「AML」の開発に加えて、AI は北アメリカとヨーロッパにおける山洋電気製品の販売の窓口となっている。AI のモーションネットワーク事業のパートナーである販売代理店が山洋電気のサーボやコントロールシステム製品を販売している。AI はまた、OEM とエンドユーザ向けにカスタムコントロールソリューションを提供するコントロールシステムインテグレーションサービスもしており、さらに山洋電気製品の販売とサポートにおける重要な拠点ともなっている。

本稿では、テキサスの OEM メーカーによって最近開発されたパット挿入 & ラベル貼り装置について活かされた制御技術を紹介する。この新しい装置の開発の成功は、AI と山洋電気の技術の結合、そして、顧客である Waldrop 社、AI の現地パートナーである GEA of Texas 社、さらに AI のシステムインテグレーションサービス部門、これらすべての能力の結合が実を結んだシステム開発例であるといえる。

2. パット挿入 & ラベル貼り機のシステム概要

テキサス州ヒューストンにある Waldrop 社は 1960 年以降、食肉包装機を製造してきた。最近まで、彼らのパット挿入 & ラベル貼り機は電気的なモーションコントロールをもたない純然たるメカ機構の装置であった。この機械について、高速化と汎用化という 2 つの目的のもと、メカ機構の機械の構成部をサーボ技術に置き換えるための機械の設計変更が行われた。

パット挿入 & ラベル貼り機は、トレイの中に肉を詰める前段階において水分吸収パットを肉のパックトレイの内底に入れ、その同じトレイの外底にラベルを貼る。図 1 に装置の外観図と主要なシステム構成を示す。

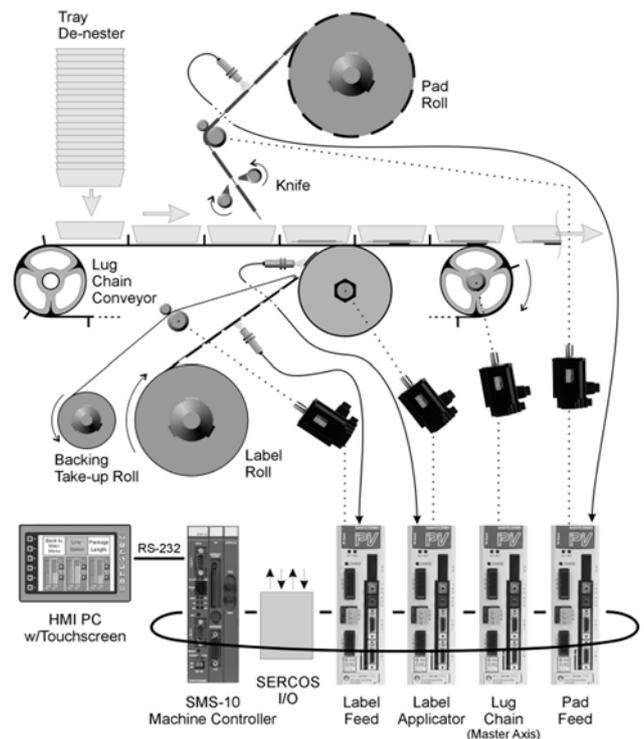


図 1 装置の外観図と主要システム構成

トレイは装置の上部に積み上げられて置かれており、積み上げられたトレイは 1 つ 1 つサーボ駆動で回転するラグチェーンコンベア上に置かれていく。図 2 にトレイ搬入部を示す。



図 2 トレイ搬入部

トレイがコンベア上を前方に流れていくのと同時に、「AML」の PLS(プログラマブル・リミット・スイッチ)機能が出力信号を出し、サイクルごとに接着剤の塗布のオン・オフを正確な位置で切り替える。これによってトレイの内底には接着剤が塗布されていく。次にサーボ駆動のローラが装置の頭上にあるパットが巻かれたロールからラミネートパットを一定の長さ分だけ引っ張る。パットが巻かれたロールとラグ・チェーン軸をサーボ化することで電気ギア接続し、パットの長さは HMI からレシピ値を変更することで簡単に調節できるようになった。また「AML」のレジストレーション・コレクション機能がナイフの位置に応じてパットのロールの位置決めで使用されており、この機能により所定の長さのパットカッティングが実現した。ナイフの位置とパットのトレイへの接着の位置は、コンベアを制御するメインのアンプとメカ的にリンクしている。図 3 にパット挿入&ラベル貼り装置を示す。



図 3 パット挿入 & ラベル貼り装置

装置の下側にはトレイの底にラベルを貼るために 2 軸のサーボモータが使われている。安全取扱説明と料理のレシピについて印字されたラベルは 25~100 ミリで、ラベルとラベルの間には約 6 ミリの間隔しかない。ラベル貼りは最高で 1 分間に 350 のトレイを処理する。ラベル送り軸より 1 つのラベルが 1 つのトレイごとに送られ、ラベル貼り機がトレイにラベルを貼る。

両軸とも高速プローブ入力に接続されたセンサを使用して、ラベルの端がセンサによって検出された時の軸の位置をキャプチャーできるサーボアンプを使用している。「AML」はこの情報を使ってレジストレーション・コレクションを両軸に対して行い、ラベルがトレイのくぼみの中に正確に貼られるようにしている。最後にコンベアの端でトレイが自動的に積み上げられていくようになっている。図 4 にトレイ搬出部を示す。

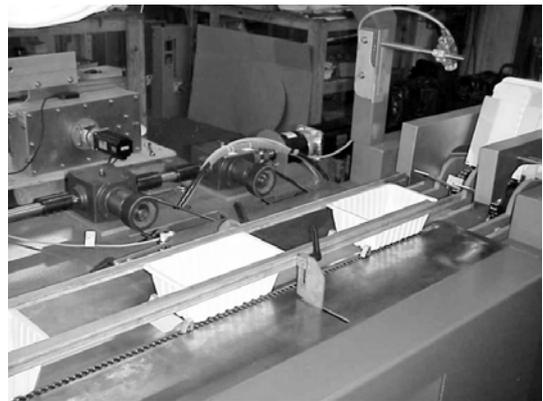


図 4 トレイ搬出部

3. 制御システム

装置のコントロールシステムの心臓部は「AML」を搭載した「SMS-10」である。「SMS-10」は完全なマシンコントローラであり、国際標準である SERCOS インタフェース(IEC-61491)を使って 4 台の「PV」サーボアンプや I/O ステーションとの通信を行っている。カラーのタッチスクリーンをもつオペレータインタフェースがシリアルポート経由で「SMS-10」に接続される。シリアルデータは DF-1 プロトコルを使って転送される。このプロトコルはもともと Allen-Bradley 社によって開発されたが、現在では多くの工業用コントロール機器の標準プロトコルとして使用されている。

ラグ・チェーンコンベア軸はドライブトレインのマスタ軸にあたる。この軸の動作は HMI から設定され、速度はレシピ設定することができる。そのほかの軸は「AML」のドライブトレイン機能によってコンベア軸に電氣的にギア接続される。これにより、すべての軸の間における正確な同期が保証され、さらにギア比率の変更もできるため、製品の切り替えが簡単である。レジストレーション機能、これは「AML」が持つもう 1 つの重要な機能であるが、この機能がラベルとパットの正確な位置決めを実現している。

PLS機能によりI/Oのトリガーイベントをマシンサイクル内の正確な位置で出すことができる。制御はすべて位置指令で行われている。したがって、接着剤の塗布もすべての速度の範囲で一定の位置(長さ)になるようになっている。さらに、

「AML」は PLS 機能を使って、サイクルごとに指定した位置にトレイがあるかどうかのチェックを行っている。もしコンベア上にトレイがなければ、接着剤の塗布、ラベル貼り、パット置きなどの一連の処理が実行されないようになっている。したがって（装置を止めることなく）空のコンベアが装置を一周しても何ら問題は生じない。

「AML」はまた、レシピサポートを提供しているため、これにより簡単にサイズの違う製品へ切り替えができる。最高 128 のレシピをコントローラ上に保存し、HMI から再ロードできるようになっている。さらに、新たに開発された「ティーチ・モード」によって、新しいレシピがとても早くセットアップできるようになった。このためオペレータはラベルピッチやパットの長さやトレイのサイズといった、いくつかのキーパラメータを入力するだけでよく、そうすると装置はゆっくりとティーチ・モードで5サイクルだけ動作するようになっている。そして位置の読み込みと計算をもとに、レシピパラメータが「AML」によって自動的に決定される。

4. 技術展開

サーボ駆動のパット挿入&ラベル貼り機は、当初はパット軸、コンベア軸、ラベル貼軸の3軸のシステム構成であった。GEA of Texas 社と AI のカスタマーサポートエンジニアは Waldrop 社の仕事に携わり、コントロールシステムの仕様を決め、装置のアプリケーションプログラムを開発した。最初の装置の仕様の作成から 2002 年の 1 月のジョージア州アトランタでの展示会におけるデモンストレーションの成功までに要した期間はたった 8 週間であった。しかしすぐに、このラベル貼り機では装置を目標速度で継続的に動作させることができないことがわかった。

ショーが終了した後、Waldrop 社は AI のシステムインテグレーショングループと相談して、ラベル貼り機を作り直すことにした。Waldrop 社と GEA of Texas 社、そして AI との協力により新しいラベル貼り機の基本設計を作成し、すぐさま Waldrop 社によって試作されることになった。AI のスタッフコントロールエンジニアであるトミー・トンプソンは、新しい 2 軸構成のラベル貼り機向けの「AML」アプリケーションプログラムを書くために Waldrop 社の工場に何度か足を運んだ。彼はさらに、Waldrop 社のエンジニアとともに現状のアプリケーションに 2 軸使用のプログラムを追加し、「ティーチ・モード」などの機能も追加した。

現在、第 1 号機を食肉包装工場において製造中である。Waldrop 社は現在、トレイのストックに 5 軸目のサーボモータを追加することと、6 軸目をナイフのコントロールに追加することの利点に関する評価を行っている。これら追加される軸はコンベア軸にマップ接続されて、電子カムプロファイルが走り、製品の処理能力の向上が図られることになるだろう。

5. 装置の機能とメリット

サーボ機構の装置は、「AML」をインストールした山洋電気の「SMS-10」と SERCOS インタフェースを持つ「PV」サーボアンプとで制御されている。そしてこのサーボ機構の装置は、この装置の従来機であるメカ機構バージョンをしのぐ、以下のような多くの顧客メリットをもたらした。

- 1) 最も明らかなメリットは製品の切り替えの容易性である。これはエンドユーザに莫大な自由度をもたらしただけでなく、Waldrop 社の装置設計要求を簡単なものにした。たった 2 種類の設定だけで設計と製造、さらにサポートができるため、(ラグ・ピッチはトレイのサイズによって異なる)顧客の立場にたった様々なニーズを満足させることができた。
- 2) コントローラとサーボアンプ、そして I/O 間の通信のための SERCOS インタフェースが、配線の複雑化とノイズの懸念を軽減し強電盤の設計を簡単なものにした。1 本の光ファイバーのリングがすべてのコンポーネントを接続し、ノイズフリーな環境で高速デジタルデータ転送を行っている。
- 3) カラーのタッチスクリーンの HMI からシステムを簡単に動作させたりセットアップさせたりすることができる。これには広範囲の調整のための機能や診断機能のほか、「ティーチ・モード」も含まれる。
- 4) サーボシステムを使用することで、機械の要素を位置指令で正確にコントロールできるようになり、従来のメカリンク機構の装置よりも高速で動作させることができた。
- 5) サーボアンプを使用して加減速制御したことにより、シンプルになった機構がより静かな動作をするようになり、メンテナンスの回数も少なくなった。

これらの機能がすべて結びつき、サーボ駆動のパット挿入&ラベル貼り機はメカ機構だった従来機よりもコストパフォーマンスが良くなった。さらに Waldrop 社は、現時点では競合他社が 1 台の装置では提供できない機能を持った装置を手にすることとなった。

6. むすび

AIとSDCの技術、そしてマシンビルダーであるWaldrop社と販売代理店であるGEA of Texas社、AIのサポート&インテグレーションエンジニアのノウハウと発明の才の結合、これらすべてが一緒になってこのアプリケーションの中に活かされ、すばらしい装置が製造されるに至った。すなわち、みんなの努力を通じて、彼らは皆、勝組となった。

AIはこの記事の中で、Waldrop社に対し、彼らの忍耐と協力に感謝の辞を示すとともに、GEA of Texas社に対してもよくその機会をとらえ、継続的なサポートとサービスを提供してくれたことに感謝の辞を述べるものである。

* 本文中の商品名は各社の登録商標または商標です。



Ann Hamil

Automation Intelligence Inc.

エンジニアリング部門管理責任者

製品とシステムインテグレーションエンジニアリンググループの両方を管理するかわら、ソフトウェアの開発および、アプリケーションに絡む難題の解決にも従事



Tommy Thompson

Automation Intelligence Inc.

プロジェクトエンジニア

デジタル/アナログのサーボモーションシステムを用いたコントロールシステムの設計・実現に従事。AIの開発したモーションコントローラであるAMLの設計・推進の功労者